

大学トップレベル剣道選手の選択反応時間・打突動作時間の特徴

Characteristics of choice reaction time and striking movement time among top level collegiate kendo player

椿 武*・下川 美佳**・竹中健太郎**

前阪 茂樹**・前田 明**

Takeshi TSUBAKI, Mika SHIMOKAWA, Kentaro TAKENAKA

Shigeki MAESAKA, Akira MAEDA

要 旨

本研究は、光刺激を用いて大学トップレベル剣道選手の選択反応時間・打突動作時間の特徴を明らかにすることを目的とした。被検者は、男子大学剣道部員27名とし、レギュラー選手9名、準レギュラー選手9名、控え選手9名に区分した。測定には、全身反応時間測定器Ⅱ型、ハイスピードカメラを用いて、打突動作における全身反応時間、打突動作時間の測定を行った。刺激には異なる色の光刺激を用い、色に対して一足一刀の間合いからの面・小手・突き動作を行なわせた。それぞれ3回ずつ測定を行い、測定順序はランダムに行った。また、測定結果にはその日のコンディションが影響すると考えられるため、日本語版 POMS を用いて、主観的なコンディションの確認を行った。その結果、全身反応時間において、レギュラー選手は準レギュラー選手、控え選手よりも有意に反応時間が短かった。打突動作時間においては、レギュラー選手が他の群よりも遅い傾向が見られたものの、剣道の競技力と関係数と考えられる課題遂行時間においては、レギュラー選手は準レギュラー選手、控え選手よりも有意に反応時間が短かった。このことから、レギュラー選手は、動作のおこりを捉える能力に優れ、刺激に対しての素早い動作が取れる安定した構えが備わっていると考えられる。

キーワード：トップレベル、剣道選手、課題遂行時間、選択反応時間、打突動作時間

1. 緒 言

剣道は、相手選手の打突部位を刃筋正しく的確に捉えて有効打突を奪う、あるいは相手選手の打突から防御するなどの攻防を絶え間なく繰り返す行う競技である。そのため、相手選手の動作に対する素早い反応や正確な打突動作が求められる。このことから、これまでに剣道選手の全身反応時

間を明らかにした研究が多く報告されている。しかしながら、猪飼（1961）は、各種目別の全身反応時間の平均値において、剣道部員は非鍛錬者よりも反応時間が長い傾向を示すと報告をしている。また全身反応時間と熟練度の関係において、津村（1978）は剣道愛好家の全身反応時間は熟練度の差による有意差は認められなかったと報告し

* 本学発達教育学部ジュニアスポーツ教育学科

** 鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

ている。同様に渡辺（1977）は、剣道の技術に最も優れている一般人の成績上位者と、技術がそこまでは至らない高校生の成績下位者とを比較した結果、統計的な有意差は認められなかったと報告している。全身選択反応時間の研究において、鷹野（1972）は剣道部、サッカー部、バレーボール部等の順に全身選択反応時間が速いと報告しているものの、運動部員と運動クラブに所属しないものとの比較では、運動部員の方が反応時間が遅いと報告している。これらの報告から、剣道は相手選手の動作に対して素早く反応することが必要な競技と考えられるものの、全身反応時間と競技力の関係性は少ないことが示唆される。

恵土（1976）は、剣道でよい運動成績を得るためには、技術や作戦などについて多くの知識を持ち、その知識にもとづいた正確な予測と対応動作を取ることが重要であると報告している。このことから、剣道では相手の動作に対して素早い反応を起こすことよりも、相手の動作を予測する能力や、動きの兆し（動作の起こり）を察してから、素早く適切な対応動作を行う能力が重要であることを示唆している。また、剣道は対人的な種目であり、オープンスキルを必要とする競技のため、絶えず選択的に対応動作を判断しなければならない。そのため、様々な条件に対応できる姿勢や構えを維持しつつ、素早い判断や適切な動作を行う能力が重要であると考えられる。これまでの剣道選手を対象とした全身反応時間の研究では、上記のような選択的な刺激に対する素早い動作を検討した研究は行われていない。そこで椿ら（2009）は、剣道選手の選択的な刺激に対する反応時間及び動作時間を検討するため、大学トップレベル剣道選手を対象に全身選択反応時間、移動時間、動作時間の特徴を明らかにした。その結果、これまでの先行研究と同様に全身反応時間においては競技力による差は認められなかった。しかし、選択光刺激、単純光刺激の移動時間及び動作時間においては、レギュラー選手が控え選手よりも有意に短い結果が得られた。これらのことから、競技力の高い選手は反応後の動作時間を短時間で完了して

いることが明らかとなった。しかしながら上記の研究は、剣道選手の基礎的な体力要素を明らかにするために、ジャンプ動作のような移動方法での動作時間を検討した研究である。このような動作は実際の競技場面ではあまり行われることが少ない動作であるため、実際の打突動作での検討が必要と思われる。

そこで本研究では、大学トップレベル剣道選手を対象に、選択光刺激を用いて実際の打突動作における全身反応時間、打突動作時間の特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 方 法

2.1 被験者

被験者は、男子大学剣道部員27名とし、レギュラー選手9名（平成19年度西日本学生剣道大会優勝メンバー、平成17年度全日本学生剣道大会優勝メンバー2名を含む）、準レギュラー選手9名（平成19年度全日本学生剣道選手権大会出場選手4名を含む）、控え選手9名に区分した。被験者の身体的特性等は、表1に示した。本実験では著しくコンディションが低下していると結果に影響を及ぼすことが考えられるため、測定開始前に日本語版のPOMSを用いて、主観的なコンディションの確認を行った。本研究では、活動性（Vigor）の値が50未満の被験者の測定値は、コンディションが著しく低下していると判断し、後日測定をやり直した。また、実験を開始するにあたり、被験者には本研究の目的、方法、危険性を十分に説明した上で、インフォームドコンセントを書面にてとり、実験参加の同意を得た。

表1 被験者の身体的特徴及び剣道歴

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	段位 (段)	剣道歴 (年)
レギュラー選手群	20±1.4	127.7±5.3	75.1±8.3	全て3段	14±0.7
準レギュラー選手群	19.5±0.9	171.8±4.1	66.1±5.6	全て3段	13.3±1.5
控え選手群	19.1±1.1	170.7±6.7	65.3±5.1	2.6±0.5	9.8±3.1

平均±標準偏差

2.2 測定方法

測定には図1のように、被験者の前方2.5mに打ち込み台を設置し、右足の下に全身反応時間測定器Ⅱ型（竹井機器社製）のマットスイッチを、打ち込み台の後方に光刺激を設置した。また、被験者の右側方にハイスピードデジタルカメラシステム MEMRECAM fx-K5（Nac 社製）を設置し、光刺激提示から打突までの一連の打突動作を500Hzで撮影を行った。光刺激は、予め刺激の内容が教示されていない選択光刺激と、予め刺激の内容が教示されている単純光刺激を用いた。測定試技は、一足一刀の間合いからの面・小手・突き動作とし、黄色の光刺激が提示された場合は面打突、赤色が提示された場合は小手打突、青色が提示された場合は突き打突を行うこととした。本研究では、光刺激呈示から右足がマットを離れるまでを全身反応時間、右足がマットから離れてから打突までを打突動作時間、両者の合計を課題遂行時間とした。測定は、それぞれ3回ずつ行い、測定順序はランダムで行った。測定の際の注意事項として、事前に本研究の実験条件の練習を十分に行わせた。また、光刺激から著しく打突動作が遅れた場合や、刺激を認識する前に予測して打突を行ったと疑われる場合、有効打突と判断できない場合は無効試技とした。

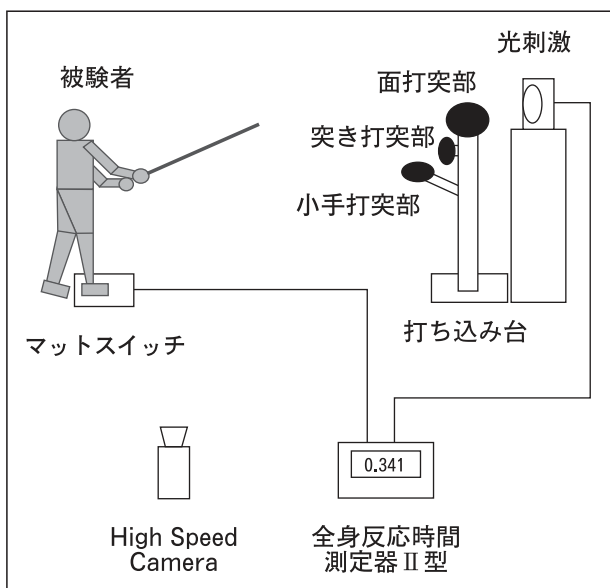


図1 実験の配置図

2.3 統計処理

各測定指標の群間の比較には、一元配置の分散分析（one way-ANOVA）により検定を行い、有意差の認められた場合には、多重比較（Bonferroni 法）より各群間の比較を行った。いずれの場合においても、危険率5%水準で有意と判定した。

3. 結果

3.1 全身反応時間

図2は単純光刺激における全身反応時間の結果を示している。その結果、レギュラー選手（ 0.357 ± 0.120 ）は準レギュラー選手（ 0.426 ± 0.119 ）及び控え選手（ 0.420 ± 0.111 ）よりも有意に反応時間が短かった（ $p < 0.001$ ）。

また、図3は選択光刺激における全身反応時間の結果を示している。その結果単純光刺激と同様に、レギュラー選手（ 0.442 ± 0.123 ）は準レギュラー選手（ 0.523 ± 0.139 ）及び控え選手（ 0.515 ± 0.116 ）よりも有意に反応時間が短かった（ $p < 0.001$ ）。

3.2 打突動作時間

図4は単純光刺激における打突動作時間の結果を示している。その結果、準レギュラー選手（ 0.385 ± 0.097 ）はレギュラー選手（ 0.415 ± 0.067 ）及び控え選手（ 0.411 ± 0.080 ）よりも有意に打突動作時間が短かった（vs レギュラー： $p < 0.001$ 、vs 控え： $p < 0.01$ ）。

また、図5は選択光刺激における打突動作時間の結果を示している。その結果、準レギュラー選手（ 0.370 ± 0.108 ）はレギュラー選手（ 0.410 ± 0.108 ）及び控え選手（ 0.390 ± 0.078 ）よりも有意に打突動作時間が短かった（vs レギュラー： $p < 0.001$ 、vs 控え： $p < 0.05$ ）。

3.3 課題遂行時間

図6は単純光刺激における課題遂行時間の結果を示している。その結果、レギュラー選手（ 0.773 ± 0.130 ）は準レギュラー選手（ 0.811 ± 0.114 ）及

び控え選手 (0.831 ± 0.117) よりも有意に課題遂行時間が短かった ($p < 0.001$)。

また、図7は選択光刺激における課題遂行時間の結果を示している。その結果単純光刺激と同様に、レギュラー選手 (0.852 ± 0.128) は準レギュラー選手 (0.893 ± 0.106) 及び控え選手 (0.906 ± 0.128) よりも有意に課題遂行時間が短かった ($p < 0.001$)。

3.4 打突部位ごとの全身反応時間

図8は単純光刺激における打突部位ごとの全身反応時間の結果を示している。その結果、小手打突においてレギュラー選手 (0.321 ± 0.099) は準レギュラー選手 (0.406 ± 0.125) よりも有意に反応時間が短かった ($p < 0.05$)。また、突き打突においてレギュラー選手 (0.371 ± 0.105) は控え選手 (0.474 ± 0.113) よりも有意に反応時間が短かった ($p < 0.05$)。

また、図9は選択光刺激における打突部位ごとの全身反応時間の結果を示している。その結果単純光刺激と同様に、小手打突においてレギュラー選手 (0.441 ± 0.117) は準レギュラー選手 (0.524 ± 0.122) よりも有意に反応時間が短かった ($p < 0.05$)。また、突き打突においてレギュラー選手 (0.433 ± 0.121) は控え選手 (0.532 ± 0.113) よりも有意に反応時間が短かった ($p < 0.05$)。

3.5 打突部位ごとの打突動作時間

図10は単純光刺激における打突部位ごとの打突動作時間の結果を示している。その結果、3群間に有意な差は認められなかった。

また、図11は選択光刺激における打突部位ごとの打突動作時間の結果を示している。その結果、面打突において準レギュラー選手 (0.413 ± 0.095) はレギュラー選手 (0.473 ± 0.074) よりも有意に打突動作時間が短かった ($p < 0.05$)。

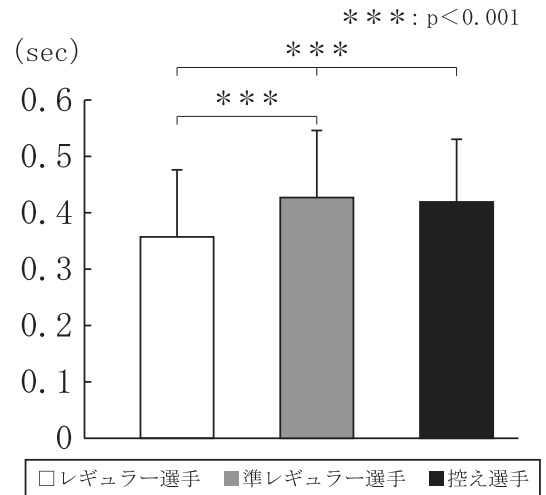


図2 単純光刺激における全身反応時間

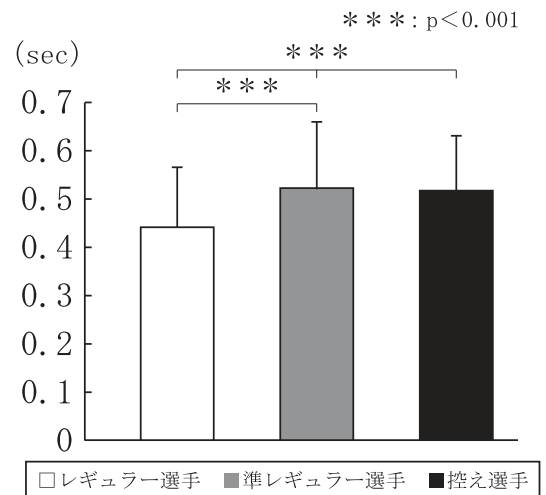


図3 選択光刺激における全身反応時間

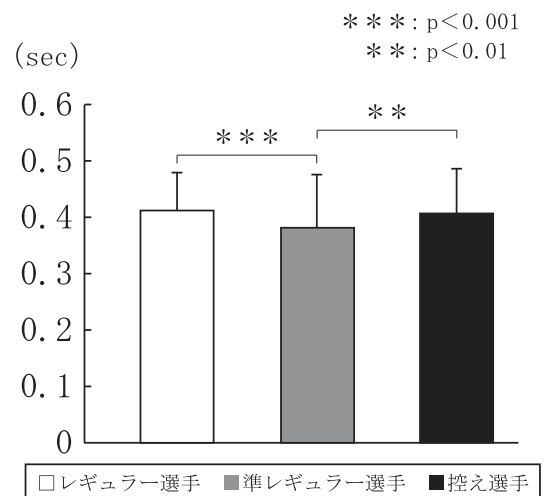


図4 単純光刺激における打突動作時間

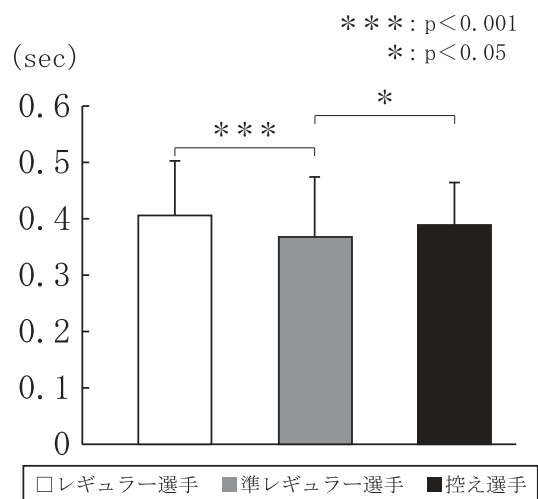


図5 選択光刺激における打突動作時間

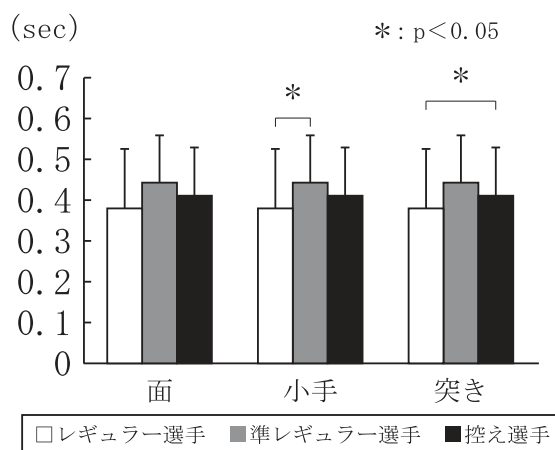


図8 単純光刺激における打突部位ごとの全身反応時間

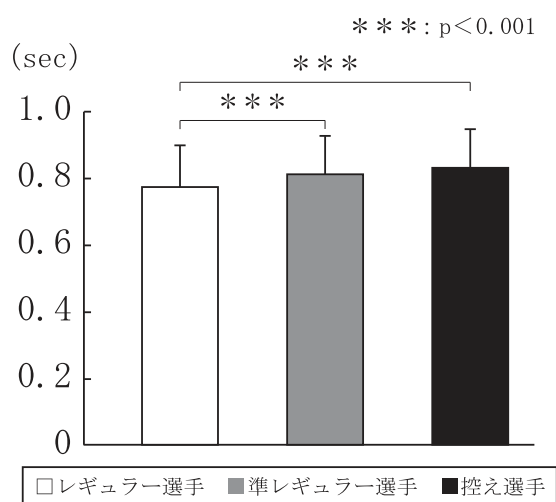


図6 単純光刺激における課題遂行時間

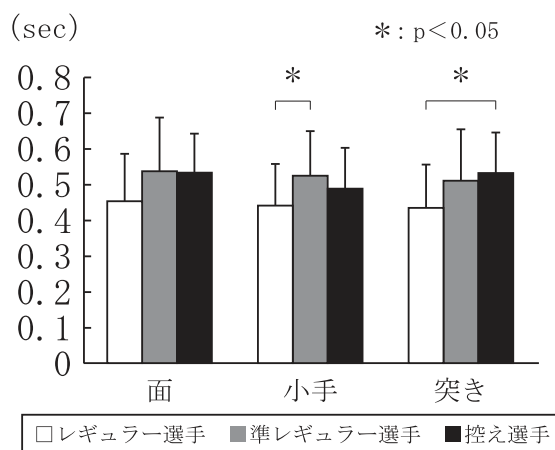


図9 選択光刺激における打突部位ごとの全身反応時間

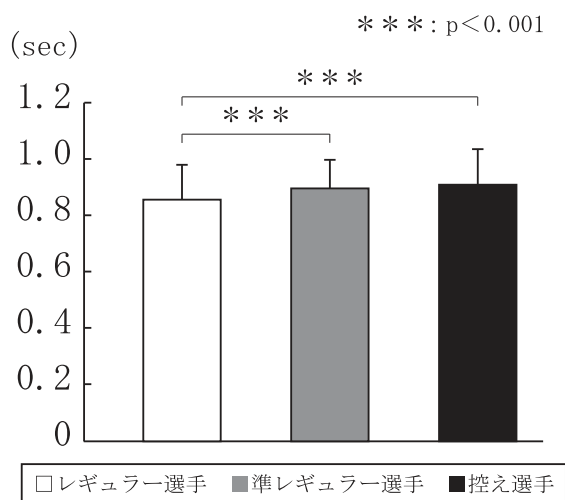


図7 選択光刺激における課題遂行時間

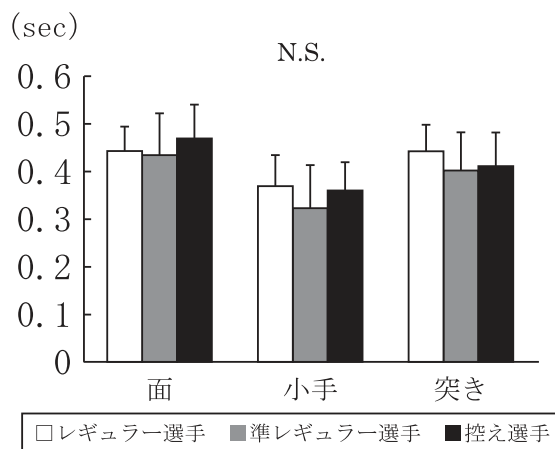


図10 単純光刺激における打突部位ごとの打突動作時間

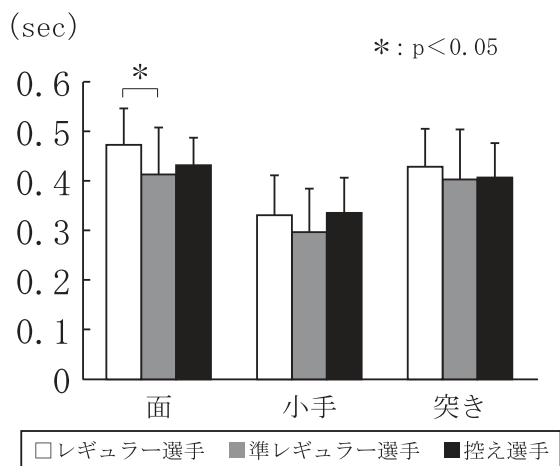


図11 選択光刺激における打突部位ごとの打突動作時間

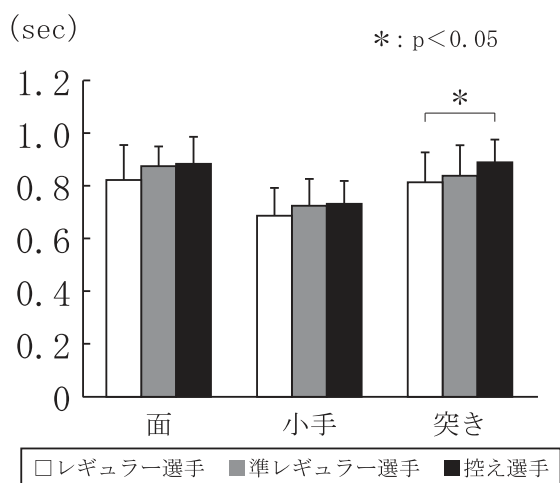


図12 単純光刺激における打突部位ごとの課題遂行時間

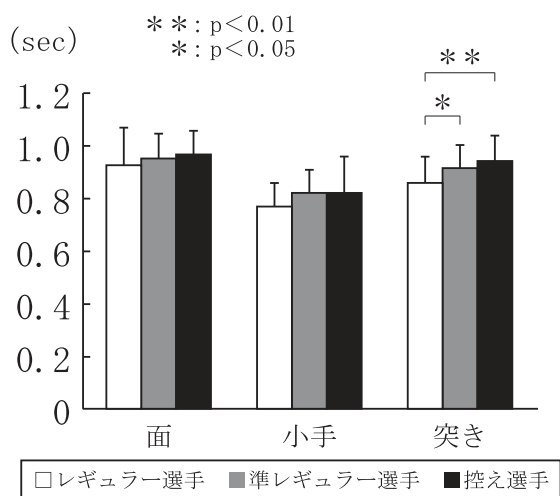


図13 選択光刺激における打突部位ごとの課題遂行時間

4. 考 察

全てのスポーツにおいて、全身反応時間が短いことは、優れた競技パフォーマンスを発揮する上で重要であると思われる。剣道においても同様のことが考えられるため、これまでに剣道選手を対象とした全身反応時間の研究は多く行われてきた。しかしながら、それらの報告はどれも剣道選手の全身反応時間は、非鍛錬者よりも劣るといった報告や、熟練度による全身反応時間の差はないとの報告であった。また、與谷ら（2007）は筋電図を用い光刺激と引き技動作における筋電図反応時間の関係を明らかにした研究において、剣道競技者と非剣道競技者の間で筋電図反応時間の差は認められなかったと報告している。また鷹野（1972）は、全身選択反応時間においては、剣道選手はサッカー選手、バレーボール選手よりも優れているものの、非運動部員との比較では、反応時間が遅いと報告している。椿ら（2009）の研究においても、選択光刺激及び単純光刺激を用いての両足ジャンプ動作の全身反応時間を測定した結果、競技力による全身反応時間の差は認められなかった。しかしながら、本研究における実際の打突動作による比較を行ったところ、レギュラー選手は準レギュラー選手及び控え選手よりも有意に全身反応時間が短かった。また、打突部位ごとの選択光刺激及び単純光刺激の全身反応時間は、全ての打突部位においてレギュラー選手が準レギュラー選手及び控え選手よりも全身反応時間が短い傾向であり、先行研究とは異なる結果であった。

三好ら（2005）は、サッカーの競技特性を反映する課題として Talent-Diagnose-System を実施してサッカー選手の中枢情報処理能力の評価を行った結果、サッカー熟練者が未熟練者よりも選択反応時間が短いことを報告している。また、広瀬ら（2008）は、三好らと同様の TDS を用いて、プロサッカー選手と大学サッカー選手を比較した結果、プロサッカー選手の選択反応時間が短いことを報告している。このことは、刺激に対してジャンプ動作を行なうなどの従来の測定と、実際の競技場面を考慮した刺激課題における測定では異なる

ることを示唆するものであり、後者の方が実際の競技力と判断・反応時間の関係を反映することができると考えられる。本研究では、選択光刺激・単純光刺激ともにレギュラー選手の反応時間が短い結果であった。この結果から、レギュラー選手は光刺激後の反応が素早いことや、中段の構えから打突動作への移行がスムーズに行われていることが考えられた。このことより、レギュラー選手は打突動作に移行しやすい安定した中段の構えや足構え、姿勢を備えていたことが示唆された。

動作時間において椿ら（2009）の研究においては、選択光刺激及び単純光刺激の全ての方向において、レギュラー選手が控え選手と比較し有意に移動時間が短かった。このことから、選択光刺激及び単純光刺激後の移動時間と剣道の競技パフォーマンスの関係性が高いことが示唆された。しかしながら、本研究では準レギュラー選手の打突動作時間が他の群よりも有意に短く、平均値においてはレギュラー選手が一番遅い結果であった。この結果は、これまでの先行研究と異なる結果であり大変興味深い。打突部位ごとの比較においては、単純光刺激では3群間に有意な差は認められないものの、選択光刺激においてレギュラー選手の面打突のみ準レギュラー選手よりも有意に遅かった。さらに、全ての結果において準レギュラー選手<控え選手<レギュラー選手の順に打突動作時間の平均値が短い傾向であった。本研究では、マットスイッチから右足が離れてから打突までを打突動作時間としているため、振り上げ開始後に右足が離地する場合や右足離地してから竹刀の振り上げが開始する場合など、各被験者の打突動作パターンの違いが影響した可能性が考えられる。しかし、本研究では動作分析を行っていないため、動作のパターンの定性的な検討は行えないため、今後検討を進めていく必要性が考えられた。

剣道では、課題遂行時間（刺激呈示から打突までのトータルの時間）が競技力に影響を及ぼすと考えられ、課題遂行時間が短いほどパフォーマンスが高いことにつながると考えられる。このことから、反応時間と移動時間の合計である課題遂行

時間について検討することとした。その結果、レギュラー選手が準レギュラー選手及び控え選手よりも有意に短い結果であった。この結果は、椿ら（2009）と同様の結果であるが、椿らの先行研究では動作時間の差が課題遂行時間に影響を及ぼしているものの、本研究では全身反応時間における差が課題遂行時間に影響を及ぼしていた。本研究と先行研究の結果は異なる動作様式であるため、比較することは難しいが、共通する点として競技力が高い選手ほど光刺激に対する課題遂行時間が短いことが明らかとなった。課題遂行時間を短くするためには、反応時間を短くするための事前の構えや姿勢、反応後に打突部位まで正確に打突動作を行なう足構えが重要である。本研究では、フォースプレートや筋電図、動作解析などを行っていないため、レギュラー選手の構え、動作がどのように影響したかは明らかにすることは出来ない。今後の課題として、レギュラー選手の動作様式を検討することで、課題遂行時間を短縮させる要因を明らかにすることができると考えられた。

5. 結 論

剣道の打突動作による全身反応時間・打突動作時間を検討した結果、レギュラー選手は準レギュラー選手、控え選手よりも有意に全身反応時間が短く、剣道のパフォーマンスとして重要な課題遂行時間を短くすることが明らかとなった。

6. 参考文献

- 安東三次、田淵俊彦、田淵知好（1982）反応時間の研究（その三）－剣道教室の小学生と一般の小学生の反応時間と応答時間について－，津山工業高等専門学校紀要，20，53-58.
- 恵土孝吉（1976）剣道における応じ技の時間分析，日本体育学会第27回大会号，552.
- 堀山健治・林邦夫（1981）剣道の打撃における下肢動作の研究，中京体育学研究，21(1)，108-113.
- 広瀬統一、福林徹（2008）プロサッカー選手のタレント識別指標の検討，早稲田大学スポーツ科

- 学研究, 5, pp1-9, 2008.
- 猪飼道夫(1961) 全身反応時間の研究とその応用, Olympia, 7, 210-219.
- 伊藤道郎(1989) 重心位置の違いが全身選択反応時間に及ぼす影響, 天理大学学報, 161, 111-122.
- 川井昂他(1963) 運動選手の反応時間に関する研究, 体育学研究, 8(1), 187.
- 松井三雄, 杉本功介, 藤田厚(1961) スポーツ選手の反応時間に関する研究, 体育学研究, 6(1), 291.
- 三好健夫, 広瀬統一, 福林徹(2005) サッカーパフォーマンスと選択反応時間及び生物学的成熟度の関係, 早稲田大学スポーツ科学研究, 2, 128-136.
- 坂井計, 山本昌典, 大沢正美(1981) 全身反応時間に関する研究(1)ー単純視覚全身反応時間と全身選択反応時間との比較ー, 日本大学生産工学部報告 B, 14 (1), 37-46.
- 坂井計(1983) 鍛錬者及び非鍛錬者の全身選択反応時間に関する比較研究, 日本大学生産工学部報告 B, 16(1), 93-105.
- 鷹野健次(1972) 全身反応による方向の選択機能(3), 日本体育学会第23回大会号, 98.
- 鷹野健次(1973) 空間方向の選択に関する全身反応時間ー1ー, 大阪体育大学紀要, 5, 85-101.
- 鷹野健次・長家秀博(1974) 空間方向の選択に関する全身反応時間ー2ー, 大阪体育大学紀要, 6, 71-80.
- 椿 武, 下川美佳, 前阪茂樹, 前田明(2009) 大学トップレベル剣道選手の全身選択反応時間、移動時間、動作時間の特徴, 武道学研究, 40(2), 35-41.
- 津村耕作(1978) 剣道愛好家の全身反応時間, 中央大学保健体育教科運営委員会, 体育研究, 12, 13-19.
- 渡辺香(1977) 剣道実施者の全身反応時間, 中部工業大学紀要 B, 13, 59-63.
- 與谷謙吾, 今泉英徳, 桐本光, 北田耕司, 田巻弘之, 荻田太, 竹倉宏明(2007) 竹刀を用いた光刺激に対する引き技動作の筋電図反応時間及び打撃動作時間の分析, 日本生理人類学会誌, 12 (3), 139-146.
- 與谷謙吾, 田巻弘之, 荻田太, 桐本光, 北田耕司, 竹倉宏明(2007) 剣道の引き面及び引き小手動作における上肢の反応時間と筋活動様式, 鹿屋体育大学紀要, 36, 33-40.